Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 2, June. July. 2017, p. 405- 414

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، خرداد-تیر ۱۳۹۶ ص.۴۱۴-۴۰۵

تاثیر فرآیند صمغ‌گیری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی روغن دانه مورینگا (گز روغنی)

افسانه صادقی[1]- احمد غضنفری مقدم[2*]- حسن هاشمی‌پور رفسنجانی[3]- حمیدرضا اخوان[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۳۰
تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۰۸/۲۳

چکیده

روغن دانه درخت مورینگا در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش روغن خام مورینگا با استفاده از آب و اسید فسفریک صمغ‌گیری و برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی آن اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفتند. آنالیز گاز کروماتوگرافی نشان داد که حدود ۷۱ درصد اسیدهای چرب روغن مورینگا را اسید اولئیک و ۲۴ درصد آن را اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک، استئاریک و بهینیک تشکیل می‌دهند. صمغ‌گیری باعث کاهش عدد پراکسید از ۴ به ۲/۳۵ میلی‌اکی‌والان/ کیلوگرم روغن؛ کاهش اسیدهای چرب آزاد از ۲/۰۵ به ۰/۰۷ درصد؛ کاهش عدد صابونی از ۱۹۰/۱۱ به ۱۸۰/۵۵ میلی‌گرم KOH/گرم روغن و کاهش جزئی عدد یدی گردید. همچنین صمغ گیری سبب افزایش ویسکوزیته و چگالی روغن حاصله گردید، اما تاثیری بر ضریب شکست نداشت. به‌علاوه در اثر صمغ‌گیری نقطه اشتعال روغن خام مورینگا از ۱۱۵ به ۲۰۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت، ولی در مجموع عدد پراکسید روغن خام بالاتر از روغن صمغ‌گیری شده بود. بر اساس نتایج حاصله با افزایش دما از ۳ به ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد عدد پراکسید روغن خام و صمغ‌گیری شده افزایش یافت. بطوریکه در حرارت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، روغن مورینگا پایداری خود را از دست داده و عدد پراکسید آن به‌صورت قابل توجهی افزایش یافت. همچنین قرار گرفتن روغن خام و صمغ‌گیری شده در معرض نور، سبب افزایش کند عدد پراکسید در ۴ روز اول و افزایش شدید آن از روز چهارم تا روز دوازدهم گردید. همچنین پایداری اکسایشی که با استفاده از دستگاه رنسیمت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد برای روغن خام ۷/۳ ساعت و برای روغن صمغ‌گیری شده ۸/۹ ساعت بود.

واژه‌های کلیدی: پایداری اکسایشی، روغن مورینگا، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، صمغ‌گیری

مقدمه

مورینگا با نام علمی *Moringa peregrine Fiori*، درختی مقاوم به خشکی است که بومی مناطق گرمسیری و مرطوب هند و پاکستان می‌باشد (Odee, 1998). در ایران این درخت در استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان در سطح بسیار وسیع ولی با تراکم کم دیده می‌شود که در این مناطق با نام گاز رخ یا گز روغنی شناخته می‌شود. دانه مورینگا به طور میانگین حدود ۳۳ درصد روغن، ۳۸ درصد پروتئین، ۱۶ درصد کربوهیدرات، ۵ درصد فیبر و ۸ درصد رطوبت می‌باشد که علاوه بر مصارف خوراکی در صنایع مختلف از جمله داروسازی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Abdulkarim *et al,*. 2005).

روغن‌های خام گیاهی که به روش‌های مختلف استخراج می‌شوند دارای مقداری ناخالصی‌های هستند و ناخالصی‌های درشت نامحلول به آسانی توسط فیلتراسیون حذف می‌شوند. ناخالصی‌های محلول مانند اسیدهای چرب آزاد، هیدروکربن‌ها، کتون‌ها، توکوفرول‌ها، فسفولیپیدها، پروتئین‌ها، رنگدانه‌ها و رزین‌ها از طریق فیلتراسیون قابل حذف نیستند و می‌توانند اثرات نامطلوبی بر روی عطر، بو، ظاهر و عمر مفید روغن داشته باشند. اینگونه ناخالصی‌ها با صمغ گیری از روغن حذف می‌شوند (Verleyen*et al,*. 2002, Zufarov *et al,*. 2008).

از متداول‌ترین روش‌های صمغ‌گیری روغن می‌توان به صمغ‌گیری با آب اشاره نمود که در این روش تنها فسفاتیدهای هیدراته جدا می‌شوند. برای جدا کردن فسفاتیدهای غیرقابل هیدراته، روش‌های دیگری مانند صمغ‌گیری با اسید، روش‌های

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۳-استاد، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۴-استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(* - نویسنده مسئول: Email: aghazanfari@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.46888

الترافیلتراسیون، صمغ‌گیری با آنزیم و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد (Khabaz *et al*., 2014). در فرایندهای تجاری مقدار آب مورد نیاز برای صمغ‌گیری روغن خام معمولا معادل میزان فسفاتید روغن خام در نظر گرفته می‌شود. به طوریکه در کمتر از این مقدار صمغ‌گیری به خوبی انجام نشده و بیشتر از آن موجب تشکیل امولسیون آب در روغن می‌گردد در نتیجه راندمان صمغ‌گیری کاهش می‌یابد (Khabaz *et al*., 2014).

از اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک و اسید فسفریک نیز برای صمغ‌گیری روغن‌های خوراکی استفاده شده است. در پژوهشی به مقایسه۳ روش صمغ‌گیری شامل آب، اسید فسفریک و آب/ اسید فسفریک پرداخته شد. نتایج نشان داد که صمغ گیری با افزودن ۳ درصد آب و ۰/۷۵ درصد اسید فسفریک به روغن تاثیر بیشتری در کاهش فسفات‌ها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و رزین‌های موجود در روغن خام داشته است (Tyagi *et al*,.2012). همچنین در پژوهشی دیگر صمغ‌گیری روغن آفتابگردان و کلزا در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول از آب در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد با مدت ۲۰ دقیقه هم زدن و در مرحله دوم از اسید فسفریک ۸۵ درصد به میزان (۰/۱ درصد وزنی روغن) با مدت ۲۰ دقیقه همزدن و سود ۹۵ درصد به مقدار (۰/۳درصد وزنی روغن) و ۲۰ دقیقه همزدن استفاده گردید. روش دو مرحله‌ای باعث کاهش قابل توجه فسفر، منیزیم و کلسیم موجود در روغن خام شد (Zufarov *et al*,. 2008).

پژوهش‌های مختلف نشان داده است که روغن مورینگا دارای پایداری بسیار بالایی نسبت به سایر روغن‌های گیاهی می‌باشد و در مواردی این روغن با سایر روغن‌های خوراکی مخلوط می‌گردد تا پایداری آنها افزایش یابد. در این راستا، ۲۰ تا ۸۰ درصد روغن مورینگا با روغن‌های آفتابگردان و سویا مخلوط شد. مخلوط روغن موجب کاهش اسید لینولئیک و افزایش مقدار اسید اولئیک گردید و پایداری اکسایشی روغن‌ها به میزان قابل توجهی افزایش یافت (Anwar & Rashid, 2007).

همانطور که ذکر شد درخت مورینگا در دو استان جنوب شرقی ایران می‌روید و نظر به تفاوت بین گونه‌های مختلف این گیاه و شرایط اقلیمی خاص ایران لازم است تحقیقاتی در مورد روغن دانه این درخت صورت پذیرد. با توجه به مطالب ذکر شده اهداف این پژوهش در برگیرنده: (۱) استخراج روغن از دانه مورینگا به روش سوکسله و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن خام به موازات سنجش ترکیب اسیدهای چرب آن با روش گازکرماتوگرافی؛ (۲) بررسی تاثیر صمغ‌گیری بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن مورینگا؛ (۳) مطالعه میزان پایداری اکسایشی روغن خام و صمغ‌گیری شده، می‌باشند.

مواد و روش‌ها

تهیه روغن خام و صمغ‌گیری شده

دانه‌های مورینگای مورد نیاز برای انجام آزمایش در مرداد ماه سال۹۱ از درختان موجود در منطقه بشاگرد استان هرمزگان به‌صورت دستی برداشت و تمیز شدند. پس از جداکردن پوست سخت، دانه‌ها را آسیاب کرده تا اندازه آن‌ها به کمتر از یک میلی‌متر کاهش یافت. دانه‌های آسیاب شده را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در یک آون قرار داده شد تا رطوبت آنها به ۷/۵ درصد برسد. سپس نمونه‌های ۵۰ گرمی از آن‌ها در کارتوش قرار داده شد و با استفاده از دستگاه سوکسله روغن آن‌ها گرفته شد. روغن‌گیری با استفاده ازحلال n–هگزان در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت انجام گرفت (Anwar & Bhanger, 2003).

روغن خام بدست آمده به دو قسمت مساوی تقسیم و یک قسمت آن صمغ‌گیری شد. برای صمغ‌گیری روغن ابتدا آب (۵ درصد حجمی روغن) را به روغن اضافه و هم‌زده شد. مخلوط روغن و آبتا دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و سپس اسید فسفریک ۸۵ درصد به میزان (۰/۱درصد وزنی/ وزنی) به آن اضافه گردید. مخلوط به مدت ۲۰ دقیقه در همان دما هم زده شد. سود ۹۵ درصد به مقدار (۰/۳درصد وزنی/ روغن) به مخلوط اضافه گردید و دوباره به‌وسیله همزن به مدت ۲۰ دقیقه هم‌زده شد. سپس نمونه مورد آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور/ دقیقه سانتریفوژ گردید، سپس دو فاز از یکدیگر جدا گردیدند (Anwar & Bhanger, 2003).

اندازه‌گیری برخی از ویژگی‌های روغن

پس از تهیه روغن خام و صمغ‌گیری شده برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها شامل: ترکیب اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (مدل Younglin 2000، کره جنوبی)، عدد یدی با روش هانوس، عدد پراکسید، عدد صابونی، مواد غیر قابل صابونی و اسید چرب آزاد با استفاده از روش تیتراسیون، رنگ با استفاده از سیستم لاویباند (لاویباند F، انگلیس)، ضریب شکست با دستگاه رفراکتومتر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، چگالی با استفاده از پیکنومتر، ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر لوله ای U شکل، نقطه ذوب با استفاده از لوله موبین، نقطه اشتعال و نقطه دود با استفاده از دستگاه کاپ تستر، نقطه ریزش و نقطه ابری شدن از طریق سرد کردن مورد ارزیابی قرار گرفت. تمام این آزمایش‌ها با روش‌های استاندارد (AOCS, 2009) و با استفاده از دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه شرکت فرآورده‌های روغنی ایران (فریکو) انجام شد.

بررسی پایداری روغن خام و روغن صمغ‌گیری شده

به‌منظور بررسی پایداری روغن خام و صمغ‌گیری شده از نظر

ویسکوزیته و عدد پراکسید، روغن تحت تاثیر عوامل محیطی مانند نور، دما و میزان اکسیژن قرار گرفت. به‌منظور بررسی تاثیر دما بر ویسکوزیته و عدد پراکسید نمونه‌های روغن به مدت ۵ روز در دماهای ۳، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. جهت بررسی اثر نور آفتاب بر عدد پراکسید، روغن‌های خام و صمغ‌گیری شده به مدت ۱۰ روز و روزی ۵ ساعت بین ساعات ۱۰ صبح تا ۳ بعد از ظهر در مقابل نور مستقیم خورشید در دمای محیط قرار داده شدند (Abramovi and Abram, 2005). یک نمونه روغن خام نیز به‌عنوان شاهد تهیه و در تاریکی قرار داده شد و عدد پراکسید آنها هر دو روز یکبار مورد ارزیابی قرار گرفت.

همچنین میزان پایداری اکسایشی روغن‌های خام و صمغ‌گیری شده با استفاده از دستگاه رنسیمت[1] مدل ۷۴۳ شرکت Metrohm سوئیس انجام گردید. برای بررسی میزان مقاومت روغن‌ها در سرعت جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت، ۳ نمونه از هر روغن در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس زمان پایداری نمونه‌های روغن بر حسب ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (Anwar & Bhanger, 2003).

نتایج و بحث

اسیدهای چرب و برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن مورینگا

نتایج حاصل از آنالیز اسیدهای چرب روغن مورینگا در جدول ۱ نشان داده شده است. در مجموع می‌توان گفت که روغن مورینگا غیراشباع بوده، زیرا حدود ۷۶ درصد اسیدهای آن را اسیدهای چرب غیراشباع (پالمیتولئیک، اولئیک) تشکیل می‌دهد. اسیدهای چرب اشباع شده این روغن پالمیتیک، استئاریک و بهینیک بوده که حدود ۲۴ کل اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهند. این روغن به علت دارا بودن مقدار بالای اسید اولئیک نسبت به سایر روغن‌های گیاهی از نظر ارزش غذایی و پایداری از پتانسیل مناسبی برای پخت و پز برخوردار می‌باشد. غالب بودن اسید اولئیک در ترکیب اسیدهای چرب روغن خام مورینگا قبلا گزارش شده است (Sánchez-Machado *et al.*, 2015). با توجه به غالب بودن اسید اولئیک در روغن مورینگا و توانایی این اسید در کاهش لیپوپروتئین با دانسیته کم (LDL) خون، می‌توان از این روغن به عنوان ماده غذایی فراسودمند نام برد (Sánchez-Machado *et al.*, 2015; Anwar & Bhanger, 2003).

جدول ۱- ساختار اسیدهای چرب روغن خام مورینگا

اسید چرب	درصد
اسید پالمتیک (C۱۶:۰)	۱۴/۳
اسید پالمیتولئیک (C۱۶:۱)	۴/۳
اسید اولئیک (C۱۸:۱)	۷۱/۱
اسید استئاریک (C۱۸:۰)	۴/۳
اسید لینولئیک (C۱۸:۲)	۰/۵
اسید لینولنیک (C۱۸:۳)	۱/۴
اسید بهینیک (C۲۲:۰)	۴/۱

در جدول ۲، خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن خام و صمغ‌گیری شده مورینگا ذکر شده است. مواد غیر قابل صابونی به‌عنوان شاخص کیفیت یا کنترل تصفیه روغن‌ها و چربی‌های خوراکی استفاده می‌شود. میزان مواد غیرقابل صابونی در روغن‌های گیاهی بین ۰/۵ تا ۶ درصد گزارش شده است. مقدار این مواد در روغن مورینگا، در محدوده روغن‌های آفتابگردان و سویا می‌باشد (Gunstone, 2011). از عدد یدی می‌توان برای مشخص کردن میزان غیراشباعیت روغن و تخمین پایداری اکسایشی نیز استفاده کرد؛ زیرا هرچه میزان اسیدهای چرب اشباع روغن بیشتر باشد کمتر در معرض اکسایش خود به خودی قرار می‌گیرد (Sales and Franken., 1996). پایین بودن میزان عدد یدی روغن مورینگا در مقایسه با روغن آفتابگردان و سویا نشان‌دهنده درجه غیر اشباعیت کمتر و پایداری اکسایشی بیشتر آن می‌باشد. همچنین، حداکثر میزان عدد پراکسید قابل قبول روغن‌ها ۱۰ میلی‌اکی‌والان‌گرم در کیلوگرم روغن تعیین شده است و میزان این عدد برای روغن مورینگا، آفتابگردان و سویا کمتر از این مقدار می‌باشد. به علاوه، عدد صابونی در روغن‌های گیاهی معمولاً در محدوده ۱۷۰ تا ۲۵۰ می‌باشد (Gunstone, 2011). ضریب شکست برای شناسائی روغن‌های مختلف، تعیین درجه خلوص آن‌ها و همچنین برای پیشرفت واکنش‌هایی نظیر ایزومریزاسیون و هیدروژن دهی کاتالیتیک استفاده می‌شود (Alobo, 2001). نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که صمغ‌گیری باعث کاهش عدد پراکسید از ۴ به ۲/۳۵ میلی اکی والان/ کیلوگرم روغن؛ کاهش اسیدهای چرب آزاد از ۲/۰۵ به ۰/۰۷ درصد؛ کاهش عدد صابونی از ۱۹۰/۱۱ به ۱۸۰/۵۵ میلی‌گرم KOH/ گرم روغن و کاهش جزئی عدد یدی گردید. همچنین صمغ گیری سبب افزایش ویسکوزیته و چگالی روغن حاصله گردید، اما تاثیری بر ضریب شکست نداشت.

در این راستا، تاثیر صمغ‌گیری بر افزایش معنی‌دار ویسکوزیته (از ۴۲/۸ به ۶۴/۶ پاسکال/ ثانیه) و چگالی (از ۰/۸۹ به ۰/۹۲ گرم/ میلی‌لیتر)، کاهش معنی‌دار اسیدیته (۱/۲۹ به صفر درصد) و پراکسید (از ۱ به ۰/۶ میلی اکی والان/ کیلوگرم)، همچنین عدم تاثیر صمغ‌گیری بر عدد یدی (۶۳/۹ گرم ید/۱۰۰ گرم روغن) و ضریب

---
1 Rancimat

شکست (۱/۴۶۴) روغن خام مورینگا گزارش شده است (Sánchez-Machado *et al*., 2015). باید توجه داشت که متفاوت بودن برخی خواص فیزیکوشیمیایی روغن‌ها می‌تواند ناشی از شرایط رشد، نوع رقم و همچنین شرایط استخراج روغن باشد (Sánchez-Machado *et al*., 2015).

لازم به ذکر است که در روغن‌های خام به علت وجود برخی آنزیم‌ها، هیدرولیز تری‌گلیسیریدها موجب تشکیل اسیدهای چرب آزاد در روغن می‌شود که وجود آنها سبب تسریع هیدرولیز تری‌گلیسیریدهای دیگر خواهد شد. به علت افزایش حلالیت اکسیژن در حضور این ترکیبات و خاصیت پرواکسیدانی آن‌ها اکسایش روغن تسریع می‌گردد (Khoshtinat *et al*., 2005).

بطور کلی در روغن‌های خوراکی، ویسکوزیته تحت‌تاثیر طول زنجیر اسیدهای چرب در تری‌گلیسیریدها، میزان غیر اشباعیت آن‌ها و خلوص تری‌گلیسیریدها می‌باشد و وجود برخی ناخالصی‌ها می‌توانند سبب کاهش ویسکوزیته گردد (Santos *et al*., 2005). همچنین باید توجه داشت که ویسکوزیته مواد غذایی مایع تحت‌تاثیر دما و ترکیب ماده غذایی به موازات تیمارهای قبلی انجام شده در نمونه می‌باشد (Santos *et al*., 2005). بنابراین به نظر می‌رسد بالاتر بودن ویسکوزیته روغن صمغ‌گیری شده نسبت به روغن خام می تواند در ارتباط با حذف برخی ناخالصی‌ها و افزایش خلوص تری‌گلیسیریدهای روغن صمغ‌گیری شده باشد.

جدول۲- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن خام و صمغ‌گیری شده مورینگا

خصوصیات	روغن خام	روغن صمغ گیری شده
مواد غیر قابل صابونی (درصد)	۰/۶۹	۰/۶۹
عدد یدی (گرم ید/۱۰۰ گرم روغن)	۷۱/۵۳	۷۰/۵۳
عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان O_2/کیلوگرم روغن)	۴	۲/۳۵
عدد صابونی (میلی‌گرم KOH/گرم روغن)	۱۹۰/۱۱	۱۸۰/۵۵
اسیدیته (درصد برحسب اولئیک اسید)	۲/۰۵	۰/۰۷
رنگ (واحد قرمز-زرد لاویباند)	۲۵-۲/۵	۳۲-۲/۳
چگالی در ^{o}C ۲۵ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۰/۹۵	۰/۹۲۰
ضریب شکست	۱/۴۵۹۶	۱/۴۵۹۶
ویسکوزیته (میلی‌متر مربع/ثانیه)	۵۵/۷۳	۸۳/۵

خصوصیات حرارتی اندازه‌گیری شده برای روغن خام و صمغ‌گیری شده مورینگا در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که صمغ‌گیری باعث افزایش نقطه ذوب، نقطه اشتعال، نقطه دود، نقطه ریزش و ابری شدن می‌گردد. وجود ناخالصی‌ها سبب پایین آمدن دمای ذوب می‌شوند، لذا با حذف آنها نقطه ذوب افزایش می‌یابد (Ayoade *et al*., 2015). روغن مورینگا به دلیل بالاتر بودن اسیدهای چرب غیراشباع در دمای معمولی مایع می‌باشد. نقطه دود قبل از ظهور نقطه اشتعال حاصل می‌شود که مقادیر آن در روغن خام و صمغ گیری شده مورینگا به ترتیب برابر با ۸۰ و ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نقطه اشتعال روغن خام و صمغ گیری شده مورینگا به ترتیب برابر با ۱۹۰ و ۲۰۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. روغن‌های تصفیه شده نقطه دود بالاتری نسبت به نوع تصفیه نشده دارند (Ayoade *et al*., 2015).

باید توجه داشت که اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن می‌توانند به‌عنوان پرواکسیدان عمل نمایند، از آنجائیکه اسیدهای چرب آزاد نسبت به تری‌گلیسیریدها فشار بخار بالاتری دارند، حذف اسیدهای چرب آزاد سبب افزایش نقطه دود می‌گردد (Ghazani & Marangoni, 2013). افزایش معنی‌دار نقطه دود و نقطه اشتعال روغن صمغ‌گیری شده نسبت به روغن خام بیانگر حذف ترکیبات فرار موجود در روغن می‌باشد (Ayoade *et al*., 2015). با افزایش نقطه دود و اشتعال می‌توان مناسب بودن روغن برای سرخ کردن را نیز بررسی نمود.

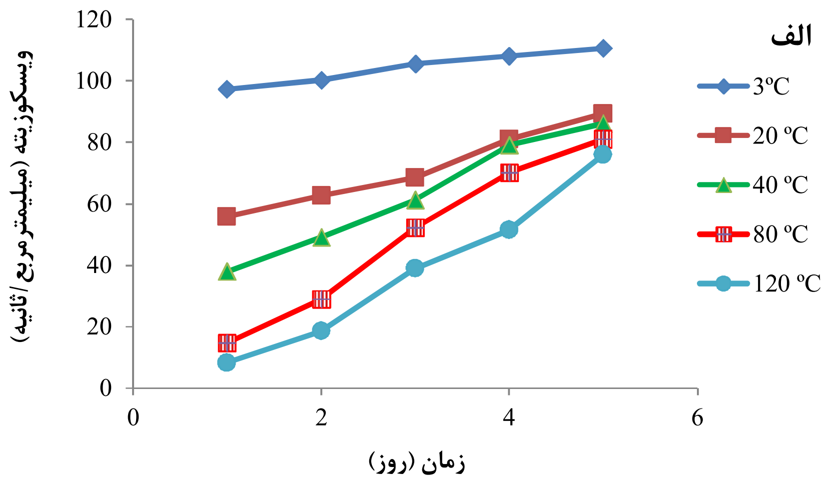
نقطه ابری شدن و نقطه ریزش به ترتیب در ارتباط با پیداش کدورت و ویسکوزیته می‌باشند. محتوای بالای اسیدهای غیراشباع می‌تواند سبب کاهش نقطه ابری شدن گردد (Gunstone, 2011). بنابراین افزایش نقطه ابری شدن می‌تواند در نتیجه حذف برخی اسیدهای چرب غیر اشباع، مونوگلیسیریدها و برخی ناخالص‌های فرار در روغن صمغ‌گیری شده باشد که منجر به افزایش جزئی نسبت اسیدهای چرب اشباع در ساختار تری‌گلیسیریدها گردد.

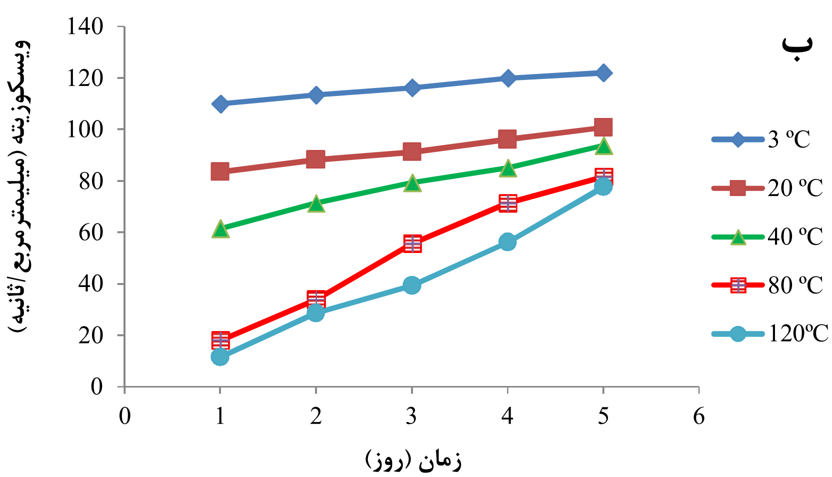
جدول ۳- خصوصیات حرارتی روغن خام و صمغ‌گیری شده مورینگا

خصوصیات	روغن خام	روغن صمغ گیری شده
نقطه ذوب (درجه سانتی گراد)	-۱۰	-۸
نقطه دود (درجه سانتی گراد)	۸۰	۱۱۵
نقطه اشتعال (درجه سانتی گراد)	۱۹۰	۲۰۵
نقطه ریزش (درجه سانتی گراد)	-۲	۱
نقطه ابری شدن (درجه سانتی گراد)	۱	۴

بررسی تاثیر دما، نور و اکسیژن بر پایداری اکسایشی روغن خام و صمغ‌گیری شده مورینگا

در شکل ۱ (الف و ب)، به ترتیب تغییر ویسکوزیته روغن خام و صمغ گیری شده مورینگا تحت تاثیر دما و زمان نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود ویسکوزیته روغن مورینگا تحت تاثیر دما قرار گرفت و با افزایش دما میزان ویسکوزیته آن کاهش یافت. ویسکوزیته این دو نوع روغن در دماهای ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد نزدیک به‌هم بود، زیرا افزایش دما تا حدودی می‌تواند خصوصیات دو روغن را به یکدیگر نزدیک نماید.

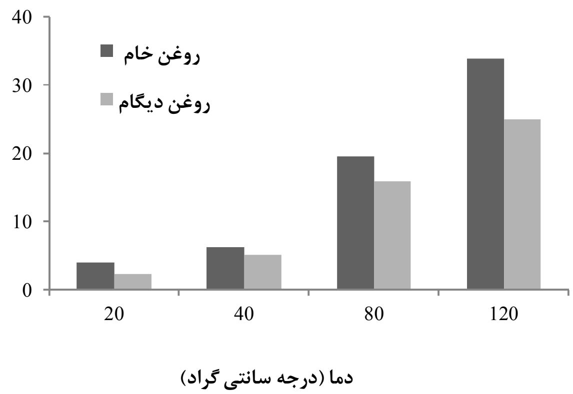




شکل ۱-تغییرات ویسکوزیته روغن مورینگا تحت تاثیر دما و زمان الف) روغن خام، ب) روغن صمغ گیری شده

همچنین ویسکوزیته روغن خام و صمغ‌گیری شده مورینگا در تمام دماهای مورد بررسی با گذشت زمان افزایش یافت. در واقع با افزایش دما معمولا ویسکوزیته روند کاهشی خواهد داشت. در پژوهش حاضر افزایش ویسکوزیته در طول زمان و در دماهای مورد بررسی می‌تواند در ارتباط با واکنش‌های اکسایشی و بسپارش روغن باشد که با پژوهش‌های دیگر در ارتباط با افزایش ویسکوزیته در دماهای بالا مطابقت دارد (Santos *et al*., 2005; Gunstone, 2011). بطورکلی در روغن‌های خوراکی، ویسکوزیته تحت‌تاثیر طول زنجیر اسیدهای چرب در تری‌گلیسیریدها، میزان غیر اشباعیت آنها و خلوص تری-گلیسیریدها می‌باشد. از طرفی ویسکوزیته مواد غذایی مایع تحت‌تاثیر دما و ترکیب ماده غذایی و تیمارهای قبلی انجام شده بر روی نمونه می‌باشد (Santos *et al*., 2005). به طورکلی، واکنش‌های اکسایشی منجر به شکل‌گیری گروهای کربونیل و یا هیدروکسیل پیوندیافته به زنجیره کربنی می‌گردند. همچنین اکسیژن ممکن است منجر به شکل‌گیری پیوندهای هیدروژنی شده که با افزایش نیروهای بین مولکولی سبب افزایش ویسکوزیته می‌گردد (Santos *et al*., 2005).

همچنین مقادیر عدد پراکسید روغن‌های خام و صمغ‌گیری شده و نگهداری شده دماهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است.



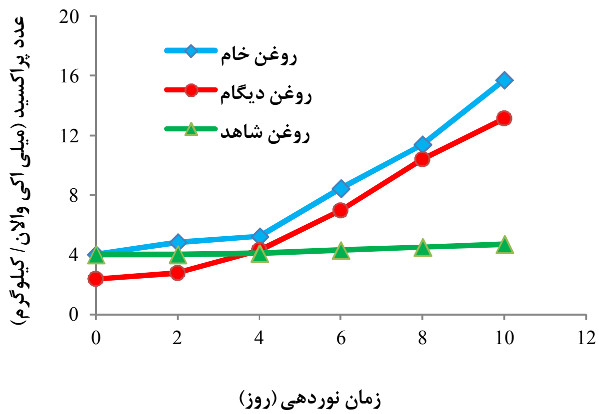
شکل ۲- تغییرات عدد پراکسید روغن‌های خام و صمغ‌گیری شده مورینگا تحت تاثیر دماهای مختلف نگهداری

بر اساس نتایج حاصله با افزایش دما عدد پراکسید روغن خام و صمغ گیری شده افزایش یافت. میزان عدد پراکسید در هر دو نوع روغن تا دمای ۴۰ درجه سانتی گراد افزایش قابل‌توجهی نداشت، اما در حرارت‌های ۸۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، مقاومت روغن در برابر اکسایش کاهش یافته، بطوریکه روغن مورینگا با افزایش دما پایداری خود را از دست داده و عدد پراکسید آن به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت. باید توجه داشت که اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن می-توانند به‌عنوان پرواکسیدان عمل نمایند که حذف آن‌ها در طی صمغ‌گیری می‌توانند پایداری اکسایشی روغن را افزایش دهد (Ghazani & Marangoni, 2013). همچنین سرعت تشکیل رادیکال پراکسی و هیدروپراکسید تنها تحت تاثیر در دسترس بودن اکسیژن و دما می‌باشد که در دماهای بالا سرعت تجزیه رادیکال‌ها و واکنش‌های زنجیری اکسایش افزایش می‌یابد (Choe & Min, 2006). بطورکلی می‌توان گفت اتواکسیداسیون روغن‌ها و تجزیه هیدروپراکسیدها با افزایش دما افزایش می‌یابد، به‌طوریکه شکل‌گیری محصولات اتواکسیداسیون در طی دوره القاء در دمای پائین کند است، اما افزایش دما سبب افزایش غلظت رادیکال‌ها در طی این دوره شده و واکنش‌های اکسایشی با سرعت بیشتری انجام خواهند گرفت (Choe & Min, 2006).

روند تغییرات عدد پراکسید روغن خام و صمغ‌گیری شده تحت تاثیر نور در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با قرار گرفتن روغن خام و صمغ‌گیری شده در معرض نور، عدد پراکسید آنها افزایش یافت. میزان این افزایش در چهار روز اول آزمایش به کندی صورت گرفت اما بعد از این زمان میزان فساد پذیری روغن به سرعت افزایش یافت. کند بودن روند اکسایشی در ۴ روز اول می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات ضداکساینده طبیعی در روغن خام و صمغ‌گیری شده باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد که عدم تغییر معنی‌دار عدد پراکسید روغن مورینگا بعد از قرارگیری در معرض نور آفتاب به مدت ۴ روز، بیانگر مقاومت روغن به اکسایش در این بازه زمانی است. با توجه به شکل ۳، عدد پراکسید روغن خام بیشتر از روغن صمغ‌گیری شده بوده که بیانگر پایداری کمتر آن نسبت به روغن صمغ گیری شده می‌باشد. با توجه به عدم قرارگیری روغن شاهد در معرض نور، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در عدد پراکسید آن با گذشت زمان مشاهده نگردید.

لازم به ذکر است که اکسیژن، نور، دما، یون‌های فلزی و ... از جمله عواملی هستند که سبب کاهش کیفیت روغن‌های خوراکی در نتیجه واکنش‌های اکسیداتیو و آبکافتی می‌گردند. در غیاب نور برخی رنگدانه‌های موجود در روغن ممکن است به‌صورت سینرژیست اثر ضداکسایشی ترکیبات فنولیک را افزایش دهند و مرحله آغازی اتواکسیداسیون را کند نمایند. اما در حضور نور، اکسایش نوری اتفاق افتاده، بطوریکه با تجزیه برخی رنگدانه‌ها ممکن است اکسایش به میزان قابل توجهی افزایش یافته و در نتیجه عدد پراکسید زیاد شود (Méndez and Falqué, 2007). حتی گزارش شده است که نور در مقایسه با دما در اکسیداسیون توسط اکسیژن یگانه بسیار مهم‌تر می-باشد و نور با طول موج‌های کوتاه اثر تخریبی بیشتری نسبت به نور با طول موج‌های بلند دارد. اکسیداسیون اکسیژن یگانه در حضور نور انجام می‌گیرد و نوع بسته‌بندی روغن عامل بسیار مهمی در جلوگیری از این نوع اکسایش می‌باشد (Méndez and Falqué, 2007). بالا بودن میزان پراکسید روغن خام در مقایسه با روغن صمغ گیری شده

و روغن شاهد می‌تواند بواسطه حضور اسیدهای چرب آزاد باشد که سبب تسریع اکسایش روغن می‌گردد. افزایش عدد پراکسید در نمونه‌های روغن صمغ‌گیری شده نیز به علت فعالیت برخی آنزیم‌ها، حذف برخی ترکیبات ضداکساینده در طی صمغ‌گیری و وجود برخی عوامل تسریع کننده اکسایش از قبیل نور و برخی یون‌های فلزی قابل توجیه می‌باشد (Méndez and Falqué, 2007; Khoshtinat *et al*., 2005; Ayoade *et al*., 2015).



شکل۳-تغییرات عدد پراکسید روغن‌های خام و صمغ گیری شده مورینگا تحت تاثیر نور

تعیین پایداری روغن و چربی‌ها در مقابل اکسایش به روش رنسیمت انجام گرفت که بر مبنای اندازه‌گیری محصولات ثانویه حاصل از اکسایش روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از زمان پایداری اکسایشی روغن‌های خام و صمغ گیری شده مورینگا در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد بیانگر این بود که پایداری اکسایشی روغن صمغ گیری شده بیشتر از روغن خام می‌باشد. بطوریکه، پایداری اکسایشی روغن صمغ گیری شده ۸/۹ ساعت و روغن خام ۷/۳ ساعت بود. لازم به ذکر است که عدد پراکسید و میزان اسیدهای چرب روغن خام به میزان قابل توجهی از روغن صمغ‌گیری شده بیشتر بود و با توجه به اینکه در آزمون رنسیمت محصولات ثانویه اکسایش اندازه‌گیری می‌شود بالاتر بودن پایداری روغن صمغ‌گری شده قابل توجیه است. در پژوهشی پایداری اکسایشی روغن خام و صمغ گیری شده مورینگا به ترتیب حدود ۱۰ و ۸/۶ ساعت ذکر شده است (Anwar and Bhanger 2003) که با نتیجه پژوهش ما مطابقت ندارد. باید توجه داشت که روش صمغ‌گیری می‌تواند بر نتایج تاثیر گذار باشد. در پژوهش Anwar و Bhanger (۲۰۰۳)، از آب به تنهایی برای صمغ‌گیری استفاده شده است، در حالیکه مطابق با پژوهش ما پایداری بیشتر روغن صمغ گیری شده با استفاده از فسفریک و سیتریک اسید نسبت به روغن خام گزارش شده است (Gordon and Rahman 1991).

نتیجه‌گیری

بررسی ترکیب اسیدهای چرب روغن خام و روغن صمغ‌گیری شده مورینگا نشان داد که به علت بالا بودن درصد اسیدهای چرب غیر اشباع نسبت به اسیدهای چرب اشباع آن، یک روغن غیراشباع محسوب می‌شود. بنابراین پایداری اکسایشی این روغن با توجه به ماهیت غیراشباع آن کم می‌باشد. صمغ‌گیری باعث کاهش قابل توجه عدد پراکسید و اسیدهای چرب آزاد گردید در نتیجه این موضوع پایداری روغن حاصله در برابر برخی عوامل محیطی از قبیل دما، نور و اکسیژن افزایش یافت. باید توجه داشت که اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن می‌توانند به‌عنوان پرواکسیدان عمل نمایند، از آنجائیکه اسیدهای چرب آزاد نسبت به تری‌گلیسیریدها فشار بخار بالاتری دارند، حذف اسیدهای چرب آزاد سبب افزایش نقطه دود و نقطه اشتعال می‌گردد.

افزایش ویسکوزیته در اثر افزایش زمان-دما می‌تواند در ارتباط با واکنش‌های اکسایشی و بسپارش روغن باشد. لازم به ذکر است که اکسیژن، نور، دما از جمله عواملی هستند که سبب کاهش کیفیت روغن‌های خوراکی در نتیجه واکنش‌های اکسیداتیو و آبکافتی می‌گردند. با قرار گرفتن روغن خام و صمغ‌گیری شده در معرض نور، عدد پراکسید آنها افزایش یافت. میزان این افزایش در چهار روز اول آزمایش به کندی صورت گرفت اما بعد از این زمان میزان فساد پذیری روغن به سرعت افزایش یافت. کند بودن روند اکسایشی در ۴ روز اول می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات ضداکساینده طبیعی در روغن خام و صمغ‌گیری شده باشد. همچنین سنجش پایداری روغن مورینگا به روش رنسیمت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که زمان پایداری اکسایشی روغن صمغ‌گیری شده بیشتر از روغن خام بود، که با توجه به ارزیابی محصولات ثانویه اکسایش در آزمون رنسیمت،

می‌تواند در ارتباط با میزان بالای عدد پراکسید و اسیدهای چرب آزاد روغن خام باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله لازم می‌دانند از شرکت فرآورده‌های روغنی ایران (فریکو) به دلیل همکاری در انجام آزمایش‌هـای مختلـف و در اختیار قرار دادن دستگاه‌های مورد لزوم و حمایت مالی از این پژوهش قدردانی نمایند.

منابع

Abdulkarim, S., Long, K., Lai, O., Muhammad, S. & Ghazali, H., 2005. Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*, 93, 253-263.

Abramovi, H. & Abram, V., 2005. Physico-Chemical Properties, Composition and Oxidative Stability of Camelina sativa Oil. *Food Technology and Biotechnology*, 43 (1), 63–70.

Alobo, A. 2001. Effect of sesame seed flour on millet biscuit characteristics. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 195-202.

American Oil Chemists Society. 2009. Official methods and recommended practices of the AOCS, 6th ed. (edited by D. Firestone). *Champaign*. IL .AOCS Press.

Anwar, F. & Rashid, U., 2007. Physico-chemical characteristics of Moringa oleifera seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 39, 1443-1453.

Anwar, F. & Bhanger, M., 2003. Analytical characterization of Moringa oleifera seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6558-6563.

Choe, E. & Min, D.B., .2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 5, 169-186.

Ghazani, S.M. & Marangoni, A.G., 2013. Minor components in canola oil and effects of refining on these constituents: A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90, 923-932.

Gordon, M.H. & Rahman, I.A., 1991. Effect of processing on the composition and oxidative stability of coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68, 574-576.

Gunstone, F.D., 2011. Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses. 376 pages. Wiley-Blackwell, UK.

Odee, D., 1998. Forest biotechnology research in drylands of Kenya: the development of Moringa species. *Dryland Biodiversity*, 2, 7-8.

Khabaz, S., Gharachorloo, M., Azin, M., Ghavami, M. & Tarzi, B., 2014. Enzymatic degumming of crude soybean oil with lecitase ultra. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 9, 63-72.

Khoshtinat Khadije, Parviz, K. & Parvin, Z., 2005. Determination of Fry-life of two formulated frying oils produced in pilot scale. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 2, 21-32.

Méndez, A.I. & Falqué, E., 2007. Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food Control*, 18, 521-529.

Sales, J. & Franken, L., 1996. Ostrich fat. Australian Ostrich Association Journal, 37, 39-45.

Santos, J., Santos, I. & Souza, A., 2005. Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. *Journal of food Engineering*, 67, 401-405.

Sánchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., Núñez-Gastélum, J.A., de la Mora-López, G.S., López-Hernández, J, & Paseiro-Losada, P., 2015 Effect of the refining process on Moringa oleifera seed oil quality. *Food chemistry*, 187:53-57

Tyagi, K., Ansari, M., Tyagi, S. & Tyagi, A., 2012. A novel process for physically refining rice bran oil through degumming. *Advances in Applied Science Research*, 3, 1435-1439.

Verleyen, T., Sosinska, U., Ioannidou, S., Verhé, R., Dewettinck, K., Huyghebaert, A. & De Greyt, W., 2002. Influence of the vegetable oil refining process on free and esterified sterols. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79, 947-953.

Zufarov, O., Schmidt, S. & Sekretár, S., 2008. Degumming of rapeseed and sunflower oils. *Acta Chimica Slovaca*, 1, 321-328.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 2, June. July. 2017, p. 405- 414

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، خرداد-تیر ۱۳۹۶ ص.۴۱۴-۴۰۵

Measuring some characteristics of raw and degummed Moringa seeds and comparing their stabilities

Afsaneh Sadeghi[۲], A. Ghazanfari Moghaddam[2*], H.Hashemipour Rafsenjani[3], H, R, Akhevan[4]

Received: 2015.05.20
Accepted: 2015.11.14

Introduction: Moringa is a tree that grows in hot and humid regions and produces oil seeds that contain about 33% edible oil. The tree is native to the south-west regions of Asia and it is cultivated in Hormozgan and in Sistan and Bluchestan provinces of Iran. The oil extracted from these seeds is edible and has some various industrial applications. The extracted oil usually contains considerable amount of dissolved impurities which must be removed prior to industrial usages. Major part of impurities is removed by settling or filtering process. The fine impurities are removed through a degumming process using water, acids or enzymes. The degumming process affects the physco-chemical characteristics of the oil. In this research, various physco-chemical and heating properties of Moringa oil was measured and the stability of the oil under elevated temperatures were investigated

Material and methods: The Moringa seeds were collected from the wild trees that grow in Hormazgan province. The seeds were manually cleaned and ground to mean diameter of less than 1 mm and then were placed in an oven at 65°C for 24 h to reduce their moisture. Samples of 50 g ground seeds were placed insoxhelt and n-hexane was used as the solvent. The oil extraction experiments were conducted at 60°C for 7 h retention time. The raw obtained oil was divided into two parts and one part was degummed. The degumming of the oil was performed by adding distilled water to it and raising the temperature to 80°C. Then, phosphoric acid was added to the mixture and stirred for 20 min at the same temperature and the mixture was centrifuged and the oil was separated from water and wax. Some characteristics of the raw and the degummed oils including: fatty acids, ion value, peroxide value, chemical, color, saponification value, ignition and clouding points, density and viscosity were measured and compared. The stabilities of the viscosity of the two oils were investigated under different temperatures ranging from 3 to 120°C. The oxidative stability of oils was determined against temperature, light and air exposure. In these experiments temperature ranged from 20 to 120°C, light and air exposure time were 10 days, each. High temperature stability of the oils was also verified using a Rancimat instrument.

Results and discussion: The results of fatty acids analysis indicated that the Moringa oil is generally unsaturated oil containing a total of 76% pulmonic and oleic acids. The major saturated oil content of Moringa oil was plasmatic acids which accounted for 14.3% of the total fatty acids. High amount of unsaturated acids indicates that this oil is good for cooking purposes. The degumming process caused a significant decrease in peroxide value, saponification number and total fatty acids but the viscosity and the pH of the oil increased which all indicates that the degummed oil should be more stable than the raw oil. All heating properties of the degummed oil such as melting, combustion, pour, and cloudy points of the degummed oil increased which indicates that the degummed oil is more suitable for heating foods. In investigating the stability of the oil, the viscosity of the Moringa oil was decreased as the temperature of the oil was increased however, the viscosity increased with the holding time. The increase of the viscosity was more significant at higher temperatures due to the oxidation and degradation of the oil. Generally, increase in the viscosity of the degummed oil occurred at with lower rates. The peroxide value of the raw and the degummed oil was increased as the temperature of them was increased. The increase had higher rates when temperature of the oil exceeded 60C. The peroxide value was also increased with the holding time. The change was not significant for the first four days but it rapidly increased after that. The peroxide value of the oil that kept away from the sunlight remained unchanged for the 10 days test period. The value of peroxide was also affected by aerating the oil. Degradation was initiated

2 And 2. Msc. Student and Professor, Department of Mechanics of Biosystems, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
3. Professor, Department of Chemical Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Food Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
(*Corresponding Author Email: aghazanfari@uk.ac.ir).

immediately as aeration was started but a steep increase was noticed after the second day. The highest peak was reached on the sixth days and after that the oil was completely degraded. A Racncimat test on the raw and degummed oil indicated that with increase in the oil temperature the stability of the oil decreased and when temperature was at 110°C the stability of the raw and the degummed oils were 19 and 31 hours. In general, all the tests indicted that the degummed Moringa oil had higher stability than the raw oil.

Keywords: Moringa tree, Oil, Degumming, Physio-chemical properties, Stability